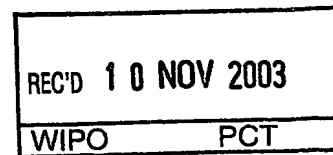


15. 10. 2003



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

Aktenzeichen: 202 13 391.5

Anmeldetag: 30. August 2002

Anmelder/Inhaber: CAMERON GMBH, Celle/DE

Bezeichnung: Verstellvorrichtung

IPC: F 16 H 25/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 7. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

~~Scholz~~

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

GRÜNECKER KINKELDEY STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER
ANWALTSSOZIELTÄT

GKS & 5 MAXIMILIANSTRASSE 58 D-80538 MÜNCHEN GERMANY

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstr. 12
80297 München

RECHTSANWÄLTE
LAWYERS

MÜNCHEN
DR. HELMUT EICHMANN
GERHARD BARTH
DR. ULRICH BLUMENRÖDER, LL.M.
CHRISTA NIKLAS-FALTER
DR. MAXIMILIAN KINKELDEY, LL.M.
DR. KARSTEN BRANDT
ANJA FRÄNKE, LL.M.
UTE STEPHANI
DR. BERND ALLEKOTTE, LL.M.
DR. ELVIRA PFRANG, LL.M.
KARIN LOCHNER
BABETT ERTLE

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

MÜNCHEN
DR. HERMANN KINKELDEY
PETER H. JAKOB
WOLFHARD MEISTER
HANS HILGERS
DR. HENNING MEYER-PLATH
ANNELE EHNOLD
THOMAS SCHÜSTER
DR. KLARA GOLDBACH
MARTIN AUFENANGER
GOTTFRIED KLITZSCH
DR. HEIKE VOGELSANG-WENKE
REINHARD KNAUER
DIETMAR KÜHL
DR. FRANZ-JOSEF ZIMMER
BETTINA K. REICHELT
DR. ANTON K. PFAU
DR. UDO WEIGELT
RAINER BERTRAM
JENS KOCH, M.S. (U of PA) M.S.
BERND ROTHÄEMEL
DR. DANIELA KINKELDEY
DR. MARIA ROSARIO VEGA LASO
THOMAS W. LAUBENTHAL
DR. ANDREAS KAYSER
DR. JENS HAMMER
DR. THOMAS EICKELKAMP

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

BERLIN
PROF. DR. MANFRED BÖNING
DR. PATRICK ERK, M.S. (MIT)

KÖLN
DR. MARTIN DROPMANN

CHEMNITZ
MANFRED SCHNEIDER

OF COUNSEL
PATENTANWÄLTE

AUGUST GRÜNECKER
DR. GÜNTER BEZOLD
DR. WALTER LANGHOFF

DR. WILFRIED STOCKMAIR
(-1996)

IHR ZEICHEN / YOUR REF.

UNSER ZEICHEN / OUR REF.

DATUM / DATE

G 4752-829/II

30.08.2002

Anmelder: CAMERON GmbH
Lückenweg 1
29227 Celler

VERSTELLVORRICHTUNG

GRÜNECKER KINKELDEY
STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER
MAXIMILIANSTR. 58
D-80538 MÜNCHEN

TEL. +49 89 21 23 50
FAX (GR 3) +49 89 22 02 87
FAX (GR 4) +49 89 21 86 92 93
<http://www.grunecker.de>
e-mail: postmaster@grunecker.de

DEUTSCHE BANK MÜNCHEN
No. 17 51734
BLZ 700 700 10
SWIFT: DEUT DE MM

BESCHREIBUNG

VERSTELLVORRICHTUNG

Die Erfindung betrifft eine Verstellvorrichtung zur linearen Verstellung eines Betätigungselements, welches mit einem Gewinde-, insbesondere Kugelgewindetrieb zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine Linearbewegung bewegungsverbunden ist, wobei von wenigstens einem Motor über eine Getriebeeinheit die Drehbewegung auf den Kugelgewindetrieb übertragbar ist.

Eine solche Verstellvorrichtung ist aus der DE 200 18 561 bekannt. Die vorbekannte Verstellvorrichtung dient zur Verstellung eines Absperrelements als Betätigungselement in einer Ausbruchsventilanordnung (Blowout Preventer, BOP), wobei durch das Absperrelement ein Verbindungskanal im BOP verschlossen wird. Das Absperrelement ist mit einem Kugelgewindetrieb bewegungsverbunden. Durch diesen Kugelgewindetrieb wird eine von einem Motor erzeugte Drehbewegung in eine Linearbewegung zur Verstellung des Betätigungselements umgesetzt. Außerdem ist zwischen dem Motor und dem Kugelgewindetrieb eine weitere Getriebeeinheit angeordnet, die bei der DE 200 18 561 durch ein Schneckengetriebe gebildet ist.

Diese Verstellvorrichtung und insbesondere durch die Verwendung des Schneckengetriebes zeichnet sich durch eine Selbsthemmung aus und ist auch ansonsten gut einsetzbar und zeigt gegenüber anderen Verstellvorrichtungen ohne Schneckengetriebe erhebliche Vorteile. Allerdings ist in der Regel der Wirkungsgrad auf weniger als 50% beschränkt und auch die Selbsthemmung ergibt sich in der Regel erst ab einem höheren Übersetzungsverhältnis. Außerdem treten zum Teil bei Schneckengetrieben relativ hohe Axialkräfte auf.

Im Hinblick auf die Verstellvorrichtung der DE 200 18 561 liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine solche Verstellvorrichtung dahingehend zu verbessern, dass bei einfacher und kompakter Bauweise eine Erhöhung des Wirkungsgrades zur Reduzierung der Verlustleistung möglich ist und gleichzeitig insbesondere hohe Axialkräfte vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Durch die Verwendung eines insbesondere selbsthemmenden Stirnradtriebes als Getriebereinheit zwischen Motor und Kugelgewindetrieb ergibt sich einerseits eine sehr kompakte Bauweise. Außerdem wird der Wirkungsgrad der Getriebereinheit durch die Ausbildung als Stirnradgetriebe auf über 50% erhöht. Durch die entsprechende Anordnung des Stirnradgetriebes treten außerdem nur noch zumindest reduzierte Axialkräfte auf.

Bei einem einfachen Ausführungsbeispiel gemäß Erfindung ist das Stirnradgetriebe schräg verzahnt.

Um die Vorteile der Stirnradgetriebe, wie hoher Wirkungsgrad, geringe Übersetzungen, einfache Bauweise, parallele Achsen usw. beizubehalten und gleichzeitig die Selbsthemmung beziehungsweise Selbstbremsung einfach zu realisieren, ist das Stirnradgetriebe als Doppelschraubgetriebe ausgebildet. Ein solches Doppelschraubgetriebe weist eine Doppelschrägverzahnung und ein in etwa schraubenförmiges Aussehen auf. Je nach Schrägwinkel des Doppelschraubgetriebes und seiner verschiedenen Schraubräder kann beispielsweise die Selbstbremsung variiert werden. Dies gilt analog für die Selbsthemmung, wobei von Selbstbremsung im Prinzip auf der Antriebsseite und von Selbsthemmung auf der angetriebenen Seite und bei entsprechender Drehrichtung gesprochen wird. Gerade für BOPs sind solche selbstbremsenden und selbst gehemmten Getriebe von Vorteil, da dann auf separaten Halte-/Bremseinrichtungen verzichtet werden kann.

Solche Doppelschraubgetriebe zeichnen sich durch kleine Abmessungen, lange Lebensdauer, hohe Zuverlässigkeit im Betrieb und stabile Übersetzung aus. Weiterhin ergibt sich durch die parallele Anordnung der einzelnen Schraubräder eine kompakte Bauweise. Die Doppelschraubgetriebe sind gut an unterschiedliche Einsatzbedingungen anpassfähig und zeichnen sich weiterhin durch Geräuscharmheit aus.

Es sei darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung neben Verwendung für BOP auch für andere Einrichtungen mit einem insbesondere linear verstellbaren Betätigungselement geeignet sind, wie Ventile, Drosseln und dergleichen, wobei

mit dem Betätigungselement jeweils ein entsprechendes Ventil-, Drossel- oder sonstiges Einsatzteil verbunden ist, oder das Betätigungselement mit einem solchen Einsatzteil ausgebildet ist.

Um in einfacher und sicherer Weise die Drehbewegung in eine Linearbewegung umsetzen zu können, ist eine Kugelmutter des Kugelgewindetriebs drehbar, aber axial unverschieblich in einem Gehäuse der Verstellvorrichtung gelagert und eine Drehspindel des Kugelgewindetriebs mit dem Betätigungselement verbunden. Dadurch wird bei Übertragung der Drehbewegung von dem entsprechenden Motor die Kugelmutter in fester Position innerhalb des Gehäuses gedreht und entsprechend die Drehspindel mehr oder weniger ein- und ausgeschoben. Durch dieses Ein- und Ausschieben der Drehspindel ergibt sich die lineare Verstellung der Drehspindel in Axialrichtung, die dann entsprechend auf das Betätigungselement übertragbar ist.

Im einfachsten Fall sind Drehspindel und stangenförmiges Betätigungselement in axialer Richtung hintereinander angeordnet. Dabei können die einander zuweisenden Enden von Drehspindel und Betätigungselement insbesondere lösbar miteinander befestigt sein.

Ein Doppelschraubgetriebe weist zumindest ein An- und ein Abtriebsrad beziehungsweise ein erstes und zweites Schraubrad auf, die miteinander in Eingriff sind. Erfindungsgemäß kann das Antriebs- oder zweite Schraubrad dem Motor und das Abtriebs- oder erste Schraubrad mit der Kugelmutter verbunden sein. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Kugelmutter in einem Bereich ihres Außenumfangs als Abtriebs- oder erstes Schraubrad ausgebildet ist.

Es sei angemerkt, dass der Wirkungsgrad für ein solches Doppelschraubgetriebe größer als 65% ist und durchaus auch 80% oder gar mehr betragen kann. Außerdem ergibt sich bei einem Doppelschraubgetriebe eine Linienberührung der Zahnflanken statt einer Punktberührung bei einem Schneckengetriebe.

Um einen Antrieb für die Verstellvorrichtung unabhängig von aufwendigen Zuführungen für Druckluft oder ein anderes Druckmedium zu ermöglichen, kann der Motor ein Elekt-

romotor sein. Dadurch besteht die Möglichkeit, die gesamte Verstellvorrichtung sowie deren Steuerung und Überwachung zu elektrifizieren. Ein Beispiel für einen solchen Elektromotor ist ein Servomotor oder ein Asynchronmotor.

Sollen durch das Betätigungselement große Kräfte ausgeübt werden und/oder eine Redundanz beim Antrieb des Betätigungselements erreicht werden, ist es von Vorteil, wenn zumindest jeweils ein Motor beidseitig zum Kugelgewindetrieb angeordnet ist und jeder Motor mit einem zweiten Schraubrad bewegungsverbunden ist, wobei beide zweite Schraubräder mit dem ersten Schraubrad in Eingriff sind. Auf diese Weise sind im Wesentlichen zwei Kugelschraubgetriebe parallel und beidseitig zum Kugelgewindetrieb beziehungsweise zum Betätigungselement angeordnet. Es besteht natürlich auch die Möglichkeit, noch mehr als zwei Doppelschraubgetriebe mit entsprechender Anzahl von Motoren anzuordnen.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, dass die zweiten Schraubräder nicht mit nur einem ersten Schraubrad in Eingriff sind, sondern dass auch zwei erste Schraubräder mit der Kugelmutter verbunden sind. Dadurch ergibt sich allerdings eine Versetzung der beiden Doppelschraubgetriebe in axialer Richtung von Kugelmutter beziehungsweise Drehspindel und der Aufbau wird insgesamt aufwendiger.

Um den Aufbau der Verstellvorrichtung weiterhin zu vereinfachen und kompakter zu gestalten, können Antriebswellen der beidseitigen Motoren parallel zueinander verlaufen. Auch in diesem Zusammenhang kann der Aufbau sowohl von Antriebswellen als auch Motoren gleichartig folgen, so dass sich ein sehr symmetrischer Aufbau der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung ergibt.

Es besteht die Möglichkeit, Elektromotore mit hoher Leistung zu verwenden, so dass über jede Antriebswelle entsprechend hohe Kräfte übertragbar sind. Um allerdings auch kleinere Elektromotore verwenden zu können und in einfacher Weise eine Redundanz bezüglich der Elektromotore zu realisieren, können zumindest zwei Motor auf jeder Antriebswelle angeordnet sein. Diese sind sowohl gleichzeitig als auch einzeln und dann insbesondere bei Ausfall des jeweils anderen Motors einsetzbar.

Elektromotore sind bezüglich ihrer Drehzahl gut steuerbar, so dass in einfacher Weise Drehzahlen zwischen beispielsweise 20 und 8000 U/min einstellbar sind. Um eine entsprechende Untersetzung des Antriebs durch die Motore zu erhalten, kann zwischen Antriebswelle und zweitem Schraubrad ein Untersetzungsgetriebe, insbesondere ein sogenannter Harmonic Drive angeordnet sein. Dieser ist bei entsprechender paarweiser oder mehrfacher Anordnung der Antriebswellen und zweiten Schraubräder ebenfalls paarweise oder mehrfach angeordnet.

Der Harmonic Drive umfasst in der Regel drei Bauteile. Dies sind ein festes beziehungsweise nicht rotierendes Bauteil mit Innenverzahnung, eine flexible, im Wesentlichen becherförmige Zahnhülse mit Außenverzahnung und ein sich in der Zahnhülse drehender, sogenannter Wellengenerator. Durch den Wellengenerator wird die flexible Zahnhülse in zwei gegenüberliegenden Stellen so weit aufgedehnt, dass deren Außenverzahnung mit der Innenverzahnung des ringförmigen, festen Bauteils in Eingriff ist. In der Regel weist die Zahnhülse zwei Zähne weniger als das ringförmige Bauteil auf, so dass bei einer Drehung die Relativbewegung zwischen Zahnhülse und ringförmigem Bauteil zwei Zähne beträgt. Erfindungsgemäß besteht beispielsweise die Möglichkeit, dass die Antriebswelle mit dieser flexiblen becherförmigen Zahnhülse des Harmonic Drive bewegungsverbunden ist.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Verzahnung des Doppelschraubgetriebes eine sogenannte Schrägverzahnung ist und einen bestimmten Schrägwinkel aufweist. Durch die Schrägstellung der Zähne besteht die Möglichkeit, die übliche Zähnezahl entsprechend zu reduzieren. Erfindungsgemäß kann beispielsweise ein Schrägwinkel von erstem und/oder zweitem Schraubrad im Bereich von 50 bis 85° zum Einsatz kommen. Bei entsprechend hohem Schrägwinkel kann die Zähnezahl bis auf einen Zahn reduziert sein.

Im Gegensatz insbesondere zu dem Schneckengetriebe, bei dem Selbsthemmung nur für Übersetzungsverhältnisse bis zu einem bestimmten kleinsten Übersetzungsverhältnis vorliegt, können bei dem Doppelschraubgetriebe auch Übersetzungsverhältnisse kleiner als 25 und kleiner als 1 realisiert werden, ohne auf eine Selbsthemmung beziehungsweise Selbstbremsung verzichten zu müssen.

Damit die Verstellvorrichtung einfach handhabbar und in einfacher Weise einsetzbar und anbringbar ist, kann das Gehäuse als ein an eine insbesondere im Bereich der Gas- und/oder Ölgewinnung eingesetzte Stellvorrichtung anflanschbares Modulgehäuse ausgebildet sein. Dieses Modulgehäuse kann alle Bauteile der Verstellvorrichtung enthalten. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, dass das Betätigungselement Teil der modulartigen Verstellvorrichtung ist und aus dieser in Richtung der entsprechenden Stellvorrichtung vorsteht.

Um alle Teile der Verstellvorrichtung einfach einbauen zu können und gleichzeitig deren Wartung oder deren Austausch ohne größeren Aufwand realisieren zu können, kann das Modulgehäuse eine erste und eine zweite Gehäusehälfte aufweisen, wobei in der ersten Gehäusehälfte der Motor und der Kugelgewindetrieb eingesetzt sind. Die beiden Gehäusehälften sind vorzugsweise lösbar miteinander verbindbar. Je nach Einsatzgebiet kann das Modulgehäuse außerdem hochdruckfest, hochtemperaturfest und dergleichen ausgebildet sein. Es ist sowohl zur Anbringung von außen an einer entsprechenden Stellvorrichtung als auch zum Einsetzen in eine solche Stellvorrichtung gegebenenfalls geeignet.

Um den Aufbau und die Wartung der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung weiterhin zu vereinfachen, kann innerhalb des Modulgehäuses eine Zwischenabdeckung zur zumindest einseitigen Lagerung der zweiten Schraubräder angeordnet sein.

Zur einfachen Überwachung der Verstellvorrichtung kann diese einen Positionssensor aufweisen, über den die Position des Betätigungselements erfassbar ist. Es besteht die Möglichkeit, an der Zwischenabdeckung einen solchen Positionssensor zur Erfassung der Position von Drehspindel und/oder Kugelmutter anzuordnen. Über die Position der Drehspindel beziehungsweise der Kugelmutter ist entsprechend auch die Position des Betätigungselements erfassbar.

Um ohne zusätzliche Bauteile das erste Schraubrad drehfest mit der Kugelmutter verbinden zu können, kann das erste Schraubrad an einem von dem Betätigungselement fortweisenden Ende der Kugelmutter insbesondere lösbar befestigt sein.

Als günstig kann es in diesem Zusammenhang weiterhin betrachtet werden, wenn zwischen Kugelmutter und erstem Schraubrad ein insbesondere außen auf die Kugelmutter aufschraubbarer Zwischenring angeordnet ist. Dadurch muss die Kugelmutter nur zur Befestigung des entsprechenden Zwischenrings ausgebildet sein, wobei der Zwischenring entsprechend unterschiedliche Abmessungen zwischen Kugelmutter und erstem Schraubrad ausgleichen kann. Dadurch besteht die Möglichkeit, sowohl handelsübliche Kugelgewindetriebe als auch handelsübliche Doppelschraubgetriebe zu verwenden und entsprechende Unterschiede durch den Zwischenring auszugleichen.

Um die Kugelmutter in einfacher Weise gegen Verschiebungen in axialer Richtung zu sichern und gleichzeitig deren Drehung zu gewährleisten, kann die Kugelmutter in axialer Richtung unverschieblich durch Drehlager und einen gegebenenfalls lösbar im Gehäuse befestigten Haltering gehalten sein.

Eine Drehung des Betätigungselements relativ zur Verstellvorrichtung kann in unterschiedlicher Weise verhindert werden. Eine Möglichkeit besteht darin, dass beispielsweise das Betätigungselement einen entsprechenden Querschnitt aufweist, wie dreieckig, viereckig oder dergleichen, der komplementär zu einer entsprechenden Bohrung im Gehäuse der Verstellvorrichtung geformt ist. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass Betätigungselement in der entsprechenden Stellvorrichtung unverdrehbar gelagert ist. Um auch bei einfacher Form des Betätigungselements beziehungsweise der Drehspindel eine Verdrehung zu verhindern, können Betätigungselement und/oder Drehspindel drehfest, insbesondere mittels einer Keilwelle, im Gehäuse gelagert sein.

Werden zwei oder mehr Elektromotore insbesondere zum gleichzeitigen Verschieben des Betätigungselements eingesetzt, können diese Elektromotore synchronisiert sein. Die Synchronisierung kann beispielsweise elektronisch erfolgen, indem ein Elektromotor als Master und die anderen als Slave eingesetzt werden.

Neben einer elektronischen Synchronisierung der Elektromotoren direkt besteht ebenfalls die Möglichkeit, die Antriebswellen miteinander mechanisch zu synchronisieren. Dies kann beispielsweise über eine mechanische Kopplungseinrichtung mit Zahnrädern, Zahnriemen, Kette oder dergleichen erfolgen. Dabei ist auf jeder der Antriebswellen beispielsweise ein Zahnrad angeordnet, das mit einem im Vorrichtungsgehäuse gelagerten

Zahnrad in Eingriff ist, welche über eine Kette oder einen Zahnriemen miteinander gekoppelt sind oder es kann auch ein Zahnradsatz vorgesehen sein, der die verschiedenen Antriebswellen mechanisch miteinander synchronisiert. Durch diese mechanische Synchronisierung oder Kopplung der verschiedenen Antriebswellen besteht außerdem die Möglichkeit, dass nur eine der Antriebswellen durch entsprechende Motoren angetrieben wird und die Antriebskraft auf die anderen Antriebswellen über die mechanische Kopplungseinrichtung übertragen wird. Weiterhin kann in diesem Zusammenhang auf eine selbstbremsende oder selbsthemmende Getriebeeinheit zwischen Drehspindel und jeder Antriebswelle verzichtet werden, da auch die Selbstbremsung oder Selbsthemmung über die mechanische Kopplungseinrichtung übertragbar ist. Das heißt, es reicht die Anordnung einer selbstbremsenden oder selbsthemmenden Getriebeeinheit zwischen Spindel und einer Antriebswelle.

Es sei weiterhin darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung bei entsprechender Auslegung der mechanischen Kopplungseinrichtung auch ohne selbsthemmende Getriebeeinheiten zwischen Spindel und einer der Antriebswellen ausgebildet sein kann. Durch die mechanische Kopplung aller Antriebswellen miteinander ergibt sich ebenfalls in gewisser Weise ein Selbstbrems- beziehungsweise Selbsthemmeffekt. In diesem Fall besteht außerdem die Möglichkeit, dass die Spindel der Verstelleinrichtung mit der mechanischen Kopplungseinrichtung bewegungsverbunden ist, so dass unter vollständigem Verzicht auf weitere Getriebeeinheiten zwischen Drehspindel und einer der Antriebswellen eine Drehbewegung auf die Drehspindel über die mechanische Kopplungseinrichtung übertragen wird. Außerdem besteht noch die Möglichkeit, dass eine einfache, nicht selbsthemmende oder selbstbremsende Getriebeeinheit zwischen nur einer Antriebswelle und der Drehspindel zusätzlich zur mechanischen Kopplungseinrichtung angeordnet ist. Weitere Kombinationen dieser entsprechenden Bauteile sind offensichtlich.

Zum einfachen Aufbau des Doppelschraubgetriebes können erstes und zweites Schraubrad 1 bis 10, vorzugsweise 1 bis 7 und besonders vorzugsweise 1 bis 4 Zähne aufweisen, wobei Untersetzungsverhältnisse im Bereich von 1 : 5 bis 1 : 100 der erfindungsgemäße Verstellvorrichtung in der Regel angestrebt sind.

Im Folgenden wird ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der in der Zeichnung beigefügten Figur näher erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung.

In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung 1 dargestellt. Die Verstellvorrichtung 1 weist ein als Modulgehäuse 17 ausgebildetes Gehäuse 14 auf, das in nicht weiter dargestellter Art und Weise an einer nur teilweise dargestellten Stellvorrichtung 26 anflanschbar oder in diese zumindest teilweise einsetzbar ist. Das Modulgehäuse 27 weist eine erste Gehäusehälfte 28 und eine zweite Gehäusehälfte 29 auf. Diese können beispielsweise miteinander lösbar durch Verschrauben oder dergleichen befestigt sein. Zwischen den beiden Gehäusehälften 28, 29 ist eine Zwischenabdeckung 30 angeordnet, die formschlüssig von den beiden Gehäusehälften 28 und 29 in ihrem zusammengesetzten Zustand gehalten ist. Die Zwischenabdeckung 30 weist im Wesentlichen mittig eine Bohrung 51 auf, durch die sich ein Abtastelement 52 als Teil eines Positionssensors 31 erstreckt. Mittels des Abtastelements 52 ist eine Verstellung einer Drehspindel 50 eines Kugelgewindetriebs 3 in axialer Richtung 16 beziehungsweise in linearer Richtung erfassbar. Die Drehspindel 15 ist zwischen einer in Figur 1 dargestellten Ausschubstellung und einer in Figur 1 nach rechts verschobenen Einzugsstellung mittels der drehbaren, aber in axialer Richtung fixierten Kugelmutter 13 verstellbar. An ihrem von der Kugelmutter 13 abgewandten Ende ist die Drehspindel 15 in einer Einsteckvertiefung 45 eines Verbindungskopfes 44 eines Betätigungselements 2 eingesteckt. Betätigungselement 2 und Drehspindel 15 sind beide in axialer Richtung angeordnet, wobei an einem in Figur 1 nicht dargestellten Ende des Betätigungselements 2 ein entsprechendes Betätigungsorgan zum Verstellen eines Ventils, zum Verschließen eines Kanals in einem BOP oder dergleichen angeordnet ist.

Der Verbindungskopf 44 weist eine quer zur Axialrichtung verlaufende Querbohrung 46 auf, in der über die Einsteckvertiefung 45 eine Spitze der Spindel 15 mit einer koaxial zur Querbohrung 46 verlaufenden Splintaufnahmebohrung 48 angeordnet ist. In der

Splintaufnahmebohrung 48 ist ein beidseitig über diese überstehender Splint 47 zur lösbaren Befestigung von Betätigungselement 2 und Drehspindel 15 angeordnet.

Einseitig weist der Verbindungskopf 44 einen Überstand 49 auf, der zumindest teilweise eine Keilwelle 37 umgibt. Durch diese ist der Verbindungskopf 44 und damit Betätigungselement 2 sowie Drehspindel 15 drehfest im Modulgehäuse 27 gehalten.

Die Kugelmutter 13 weist ein dem Betätigungselement 2 zuweisendes Ende 33 und ein diesem abgewandtes Ende 32 auf. Die Kugelmutter 13 ist im Modulgehäuse 27 drehbar aber axial unverschieblich durch Drehlager 35 und einen im Modulgehäuse lösbar befestigten Haltering 36 gehalten. Kugelmutter 13 sowie eine dieser gegenüberliegende Innenwand des Modulgehäuses 27 weist eine Vertiefung auf, in der Drehlager 35, welche als Schrägrollenlager ausgebildet sind, aufgenommen sind. Die Vertiefung in der Innenwand des Modulgehäuses wird einseitig durch den Haltering 36 begrenzt. Dieser ist durch Schraubbolzen 43 am Modulgehäuse lösbar befestigt.

Auf dem Ende 32 ist auf die Kugelmutter 13 ein Zwischenring 34 aufgeschraubt. Dieser steht in radialer Richtung nach außen über die Kugelmutter über, wobei in diesem Bereich ein erstes Schraubrad 17 beziehungsweise ein Abtriebsrad 17 eines als Doppelschraubgetriebes 11, 12 ausgebildeten Stirnradgetriebes 10 lösbar befestigt ist. Es sind insgesamt zwei Doppelschraubgetriebe 11, 12 angeordnet, wobei das erste Schraubrad 17 beiden Doppelschraubgetrieben zugehört, welche zusätzlich jeweils ein zweites Schraubrad 18, 19 aufweisen. Entsprechende Schrägverzahnungen der Schraubräder 17, 18, 19 sind miteinander in Eingriff. Die Schrägverzahnung der verschiedenen Schraubräder ist durch Zähne 38 gebildet, die unter einem Schrägwinkel 25 angeordnet sind.

Die zweiten Schraubräder 28, 29 sind einseitig mittels Drehlagern 41 in Vertiefungen der Zwischenabdeckung 30 drehbar gelagert. An ihren den Drehlagern 41 gegenüberliegenden Seiten sind die Schraubräder 28, 29 mit einem Wellengenerator 40 eines durch einen Harmonic Drive 23 bildenden Untersetzungsgetriebes 22 drehfest verbunden. Der Wellengenerator 40 drückt zwei gegenüberliegende Bereiche einer flexiblen, becherförmigen Zahnhülse 24 nach außen. Die Zahnhülse 24 weist eine Außenverzahnung auf, die mit einer Innenverzahnung eines fixierten Ringelements 39 an diesen gegenüberlie-

genden Bereichen in Eingriff ist. Zahnhülse 24 und Ringelement 39 sind weitere Teile des Harmonic Drive 23.

Die Zahnhülse 24 ist mit einer Antriebswelle 20 drehfest verbunden, wobei auf dieser Antriebswelle 20 zwei Elektromotore 4, 5 angeordnet sind.

Analoges gilt für die Antriebswelle 21, die ebenfalls mit einer entsprechenden Zahnhülse 24 drehfest verbunden ist sowie zwei Elektromotore 6, 7 aufweist. Der mit der Antriebswelle 21 verbundene Harmonic Drive 23 ist analog zu dem anderen Harmonic Drive 23, siehe Antriebswelle 20, aufgebaut, so dass die gesamte Anordnung beziehungsweise Aufbau der entsprechenden Antriebsstränge beidseitig parallel zur Drehspindel 15 symmetrisch ist.

Die Elektromotore 4, 5, beziehungsweise 6, 7 sind sowohl gleichzeitig als auch alternativ zum Antrieb der Antriebswelle 20, 21 und somit zur Drehung der Kugelmutter 13 über Doppelschraubgetriebe 11, 12 einsetzbar, wobei die Doppelschraubgetriebe 11, 12 jeweils durch erstes Schraubrad 17 und zweites Schraubrad 18 beziehungsweise zweites Schraubrad 19 gebildet sind.

Die elektrischen Motore 4, 5 und 6, 7 sind bei gleichzeitigem Einsatz elektronisch synchronisiert.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung erfolgt eine Synchronisierung der Drehbewegung der Antriebswelle 20, 21 über eine mechanische Kopplungseinrichtung 53. Diese weist beispielsweise ein Ritzel 54 auf jeder der Antriebswellen sowie eine die verschiedenen Ritzel miteinander bewegungsverbindende Kette 55 auf. Anstelle einer Kette kann auch ein Zahnriemen oder ein im Gehäuse 14 gelagertes Zahnrad verwendet werden, das mit allen Ritzeln im Eingriff ist. Außerdem kann bei einem weiteren Ausführungsbeispiel Ritzel und Kette beziehungsweise Zahnriemen durch einen Zahnradsatz ersetzt werden.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass durch die mechanische Kopplungseinrichtung 53 eine gewisse Selbstbremsung beziehungsweise Selbsthemmung der Drehbewegungen der verschiedenen Drehspindeln 20, 21 gegeben ist, so dass bei einem noch weiteren

Ausführungsbeispiel der Erfindung auf selbstbremsende oder selbsthemmende Getriebeeinheiten zwischen Antriebswellen 20, 21 und Drehspindel 15 verzichtet werden kann. Das heißt, die Doppelschraubgetriebe 11, 2 können weggelassen oder durch nur ein Doppelschraubgetriebe ersetzt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass nur eine der Antriebswellen 20, 21 durch entsprechende Elektromotoren angetrieben ist und die Drehbewegung über die mechanische Kopplungseinrichtung 53 auf alle anderen Antriebswellen übertragbar ist.

Es ist selbstverständlich, dass die vorangehenden Ausführung auch für mehr als zwei Antriebswellen gelten.

Im Folgenden wird kurz die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Verstellvorrichtung 1 anhand der Figur beschrieben.

Bei Betätigung der Motore 4, 5 und 6, 7 werden entsprechend die Antriebswellen 20 und 21 gedreht. Eine erste Untersetzung der Drehung erfolgt durch die Harmonic Drives 23 als Unteretzungsgetriebe 22. Eine weitere Untersetzung erfolgt anschließend durch die Doppelschraubgetriebe 11, 12. Dabei kann ein solches Doppelschraubgetriebe nur wenige Zähne aufweisen, wie beispielsweise 10 oder weniger Zähne oder im Extremfall nur einen Zahn an einem der Schraubräder.

Das erste Schraubrad, das beiden Doppelschraubgetrieben 11, 12 angehört, ist mit der Kugelmutter 13 verbunden, wobei dessen durch Doppelschraubgetriebe 11, 12 und Harmonic Drives 23 von den Elektromotoren 4, 5 und 6, 7 übertragene Drehung in eine axiale Verschiebung beziehungsweise lineare Bewegung der Drehspindel 15 umgewandelt wird. In Figur 1 ist die Drehspindel 15 in ihrer maximalen Ausschubstellung dargestellt, bei der das mit der Drehspindel 15 lösbar verbundene Betätigungselement 2 so weit wie möglich nach links in Figur 1 verschoben ist. Die Verschiebung der Drehspindel 15 ist mittels des Positionssensors 31 erfassbar, so dass jederzeit auch eine entsprechende Verschiebung des Betätigungselements 2 bekannt ist.

Durch die Verwendung der Doppelschraubgetriebe 11, 12 ergibt sich eine Selbsthemmung beziehungsweise Selbstbremsung sowie ein hoher Wirkungsgrad mit geringer Verlustleistung. Die entsprechenden Zahnflanken der Zähne 38 von erstem und jeweils

zweitem Schraubrad der Doppelschraubgetriebe 11, 12 sind in Linienberührung. Durch die parallele Anordnung der entsprechenden Schraubräder treten im Wesentlichen keine Axialkräfte auf und es ergibt sich insgesamt eine einfache Bauweise. Weiterhin ist ein solches Doppelschraubgetriebe relativ geräuscharm, kompakt im Aufbau und weist eine hohe Lebenserwartung auf.

VERSTELLVORRICHTUNG

ANSPRÜCHE

1. Verstellvorrichtung (1) zur linearen Verstellung eines Betätigungselements (2), welches mit einem Gewinde-, insbesondere Kugelgewindetrieb (3) zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine Linearbewegung bewegungsverbunden ist, wobei von wenigstens einem Motor (4, 5, 6, 7) über eine Getriebeeinheit (8, 9) die Drehbewegung auf den Gewindetrieb (3) übertragbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Getriebeeinheit (8, 9) ein insbesondere selbsthemmendes Stirnradgetriebe (10) aufweist.
2. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stirnradgetriebe (10) schräg verzahnt ist.
3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Stirnradgetriebe (10) als Doppelschraubgetriebe (11, 12) ausgebildet ist.
4. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Kugelmutter (13) des Kugelgewindetriebs (3) drehbar, aber axial unverschieblich in einem Gehäuse (14) der Verstellvorrichtung (1) gelagert ist und eine Drehspindel (15) des Kugelgewindetriebs (3) mit dem Betätigungselement (2) bewegungsverbunden ist.
5. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass Drehspindel (15) und stangenförmiges Betätigungselement (2) in axialer Richtung hintereinander angeordnet sind.

6. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kugelmutter (13) mit einem ersten Schraubrad (17) und der Motor (4, 5, 6, 7) mit dem zweiten Schraubrad (18, 19) des Doppelschraubgetriebes (11, 12) verbunden ist.
7. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Motor (4, 5, 6, 7) ein Elektromotor ist.
8. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest jeweils ein Motor (4, 5; 6, 7) beidseitig zum Kugelgewindetrieb (3) angeordnet ist und jeder Motor (4, 5, 6, 7) mit einem zweiten Schraubrad (18, 19) bewegungsverbunden ist, wobei beide zweite Schraubräder (18, 19) mit dem ersten Schraubrad (17) in Eingriff sind.
9. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Antriebswellen (20, 21) der beidseitig angeordneten Motore (4, 5; 6, 7) parallel zueinander verlaufen.
10. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest zwei Motore (4, 5; 6, 7) auf jeder Antriebswelle (10, 11) angeordnet sind.
11. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass zwischen Antriebswelle (20, 21) und zweitem Schraubrad (18, 19) ein Übersetzungsgetriebe (22), insbesondere ein sogenannter Harmonic Drive (23) angeordnet ist.

12. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Antriebswelle (20, 21) mit der flexiblen, becherförmigen Zahnhülse (24) des Harmonic Drive (23) bewegungsverbunden ist.
13. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Schrägwinkel (25) der Schrägverzahnung von erstem und/oder zweitem Schraubrad (17; 18, 19) im Bereich von 50 bis 90° und insbesondere im Bereich von 65 bis 85° ist.
14. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Übersetzungsverhältnis des Doppelschraubtriebes (11, 12) zwischen $i = 25$ und $i < 1$ beträgt.
15. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse (14) als ein an eine insbesondere im Bereich der Gas- und/oder Ölgewinnung eingesetzte Stellvorrichtung (26) anflanschbares Modulgehäuse (27) ausgebildet ist.
16. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Modulgehäuse (27) ein erste und zweite Gehäusehälfte (28, 29) aufweist, wobei in der ersten Gehäusehälfte (28) der Motor (4, 5; 6, 7) und der Kugelgewindetrieb (3) eingesetzt sind.
17. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass innerhalb des Modulgehäuses (27) eine Zwischenabdeckung (30) zur zumindest einseitigen Lagerung der zweiten Schraubräder (18, 19) angeordnet ist.

18. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass an der Zwischenabdeckung (30) ein Positionssensor (31) zur Erfassung der Position von Drehspindel (15) und/oder Kugelmutter (13) angeordnet ist.
19. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Schraubrad (17) an einem von dem Betätigungselement (2) fortweisenden Ende (32) der Kugelmutter (13) insbesondere lösbar befestigt ist.
20. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen Kugelmutter (13) und erstem Schraubrad (17) ein insbesondere außen auf die Kugelmutter aufschraubbarer Zwischenring (34) angeordnet ist.
21. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kugelmutter (13) in axialer Richtung unverschieblich durch Drehlager (35) und einen gegebenenfalls lösbar im Gehäuse (14) befestigten Haltering (36) gehalten ist.
22. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Betätigungselement (2) und/oder Drehspindel (15) drehfest, insbesondere mittels einer Keilwelle (37) im Gehäuse (14) gelagert sind.
23. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Elektromotore (4, 5; 6, 7) synchronisiert sind.

24. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass erste und zweite Schraubräder (17; 18, 19) 1 bis 10, vorzugsweise 1 bis 7 und besonders vorzugsweise 1 bis 4 Zähne (38) aufweisen.

25. Verstellvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Antriebswellen mittels einer mechanischen Kopplungseinrichtung (53) in ihren Drehbewegungen synchronisiert sind.

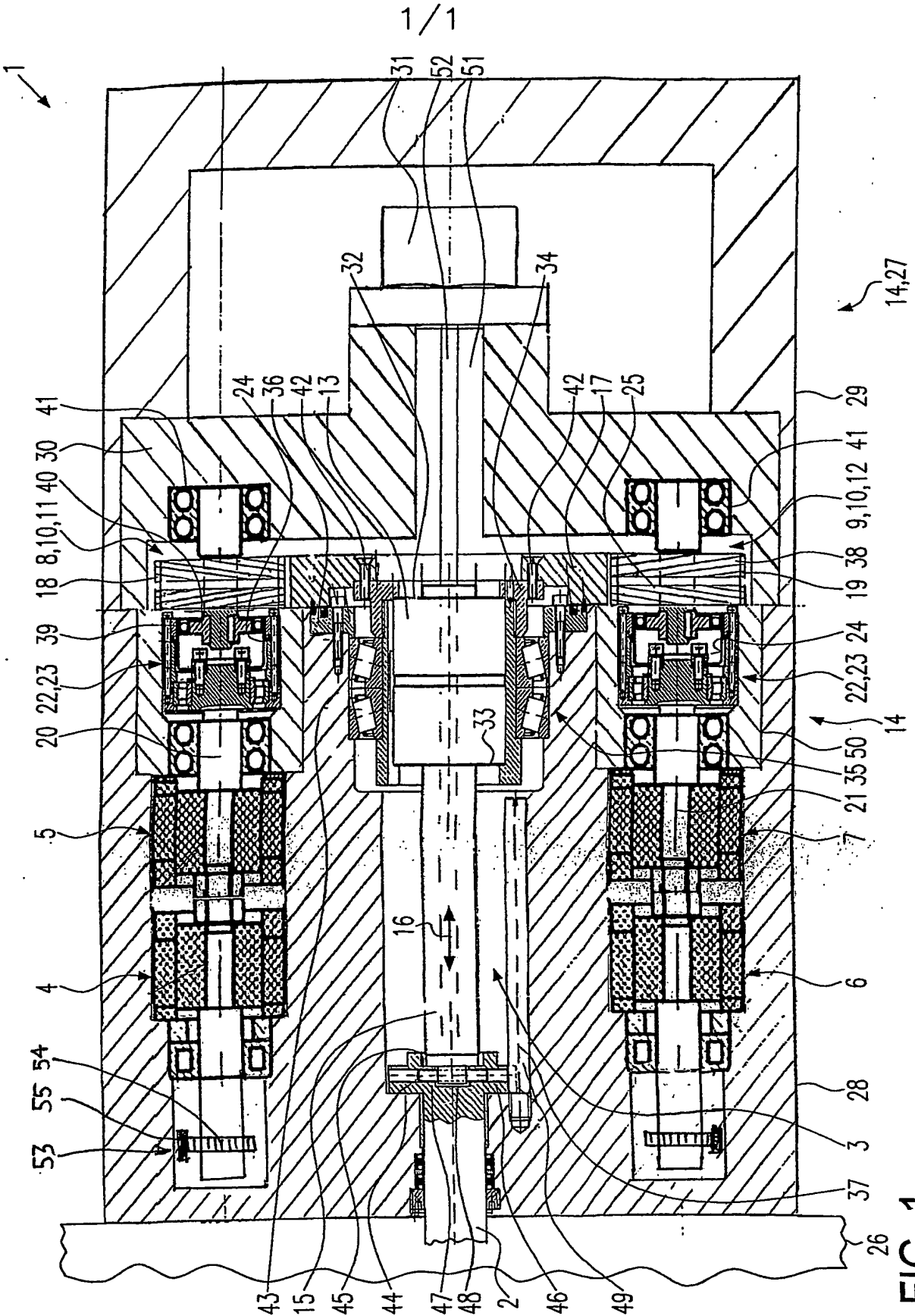


FIG. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.